impara

l'elettronica digitale

...e costruisci il tuo LABORATORIO DIGITALE

6,90 €

8

9 771824 363008 41008

Peruzzo & C.

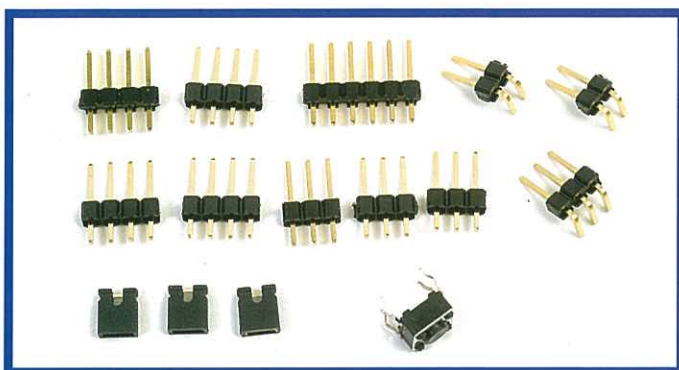
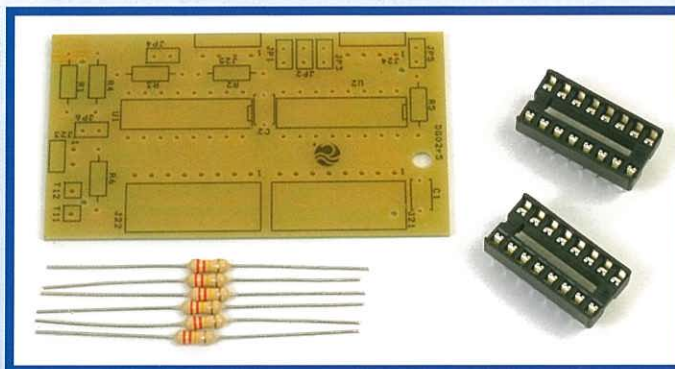
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Staroffset s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

- 1 Pulsante
- 3 Connettori da c.s a 3 vie dritti maschi
- 2 Connettori da c.s a 2 vie a 90° maschi
- 3 Ponticelli isolati
- 4 Connettori da c.s a 4 vie dritti maschi
- 1 Connettore da c.s a 6 vie dritto maschio
- 1 Connettore da c.s a 3 vie a 90° maschio

IN REGALO nel prossimo fascicolo

- 1 Circuito stampato DG02RS
- 2 Zoccoli DIL 16 pin
- 6 Resistenze 220 K 5% 1/4 W

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail:
elettronicadigitale@microrobots.it

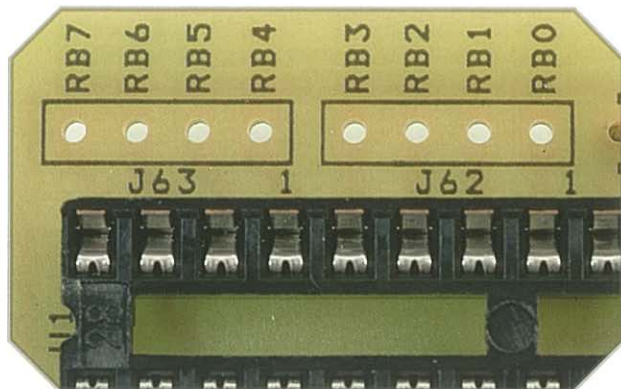
Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Collegamenti del PIC

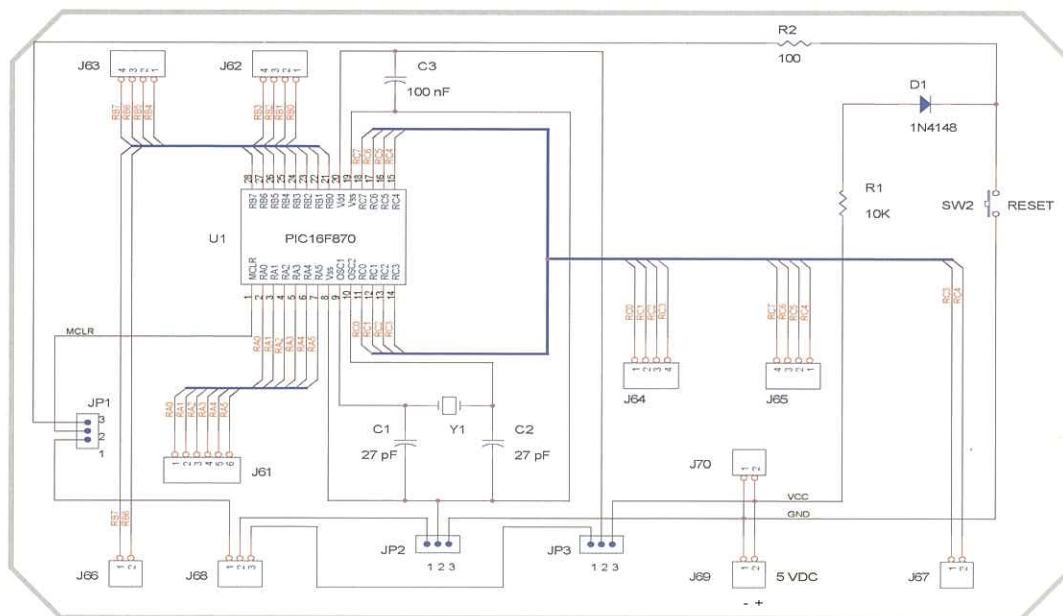
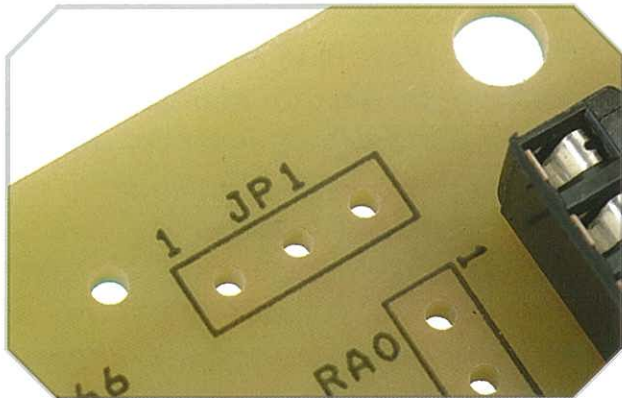
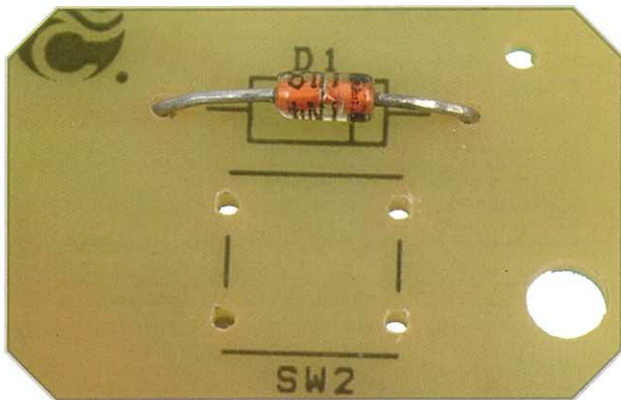
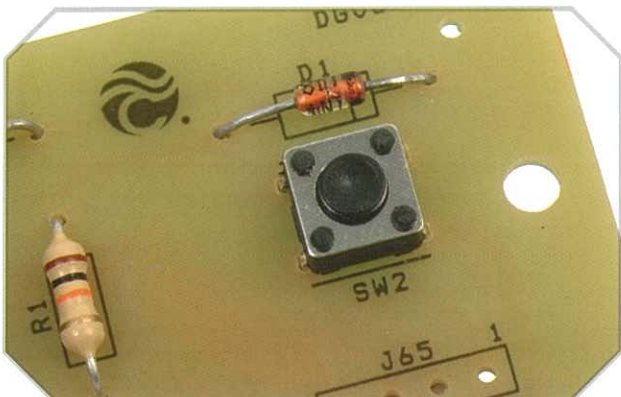
Componenti forniti con questo fascicolo.

In questi fori verranno inseriti i connettori J63 e J62 che corrispondono alla porta B.

In questo numero vi sono stati forniti il pulsante di reset, diversi connettori del circuito stampato DG06 e i ponticelli da inserire, con i quali poter configurare questo circuito stampato per un funzionamento normale, ovvero con il programma in funzione, oppure predisporlo per la programmazione del PIC tramite un altro circuito stampato DG07.
Vi verrà spiegata in dettaglio l'installazione di ciascuno dei connettori forniti, l'identificazione di ognuno di essi e dei loro terminali.

Connettori delle porte

Il PIC 16F870 ha tre porte, identificate come porta A, porta B e porta C.

La porta A ha 6 terminali identificati come RA0... RA5. Per quanto riguarda il connettore J61, sia nello schema che nella serigrafia del circuito stampato, sono indicati tutti i suoi terminali, perché questo facilita il collegamento al momento di realizzare gli esercizi.

La porta B ha 8 terminali indicati da RB0 a

Schema elettrico del circuito stampato DG06.

Se osserviamo la serigrafia vedremo che il terminale 1 di JP1 è indicato.

Fori per l'inserimento del pulsante.

Pulsante montato.

RB7. Sul circuito stampato si divide su due connettori da 4 terminali, indicati in modo simile, il connettore J62 contiene i collegamenti da RB0 a RB3, mentre il connettore J63 contiene i collegamenti da RB4 a RB7; i collegamenti di RB6 e RB7 sono duplicati sul connettore J66 per il collegamento alla scheda di scrittura.

Anche la porta C dispone di 8 terminali identificati da RC0 a RC7. Questi terminali arrivano ai connettori del circuito stampato identificati come J64 e J65 da 4 terminali ciascuno, che contengono i terminali RC0 – RC3 e RC4 – RC7 rispettivamente. I terminali RC3 e RC4 sono duplicati sul connettore J67 e sarà possibile collegarli alla scheda di scrittura che in seguito verrà utilizzata per trasferire dati con la scheda di memoria.

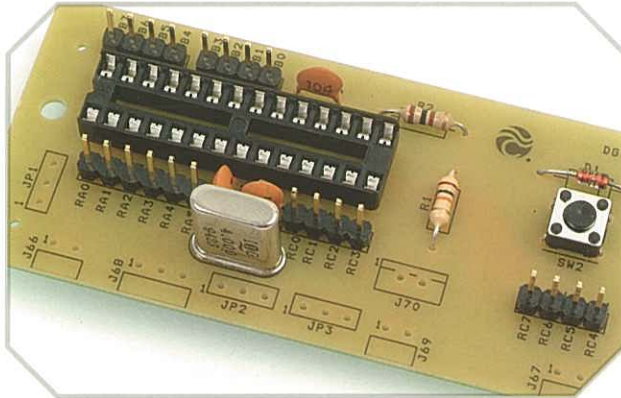
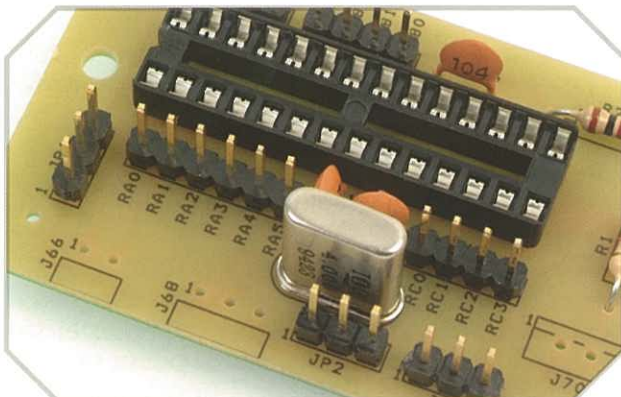
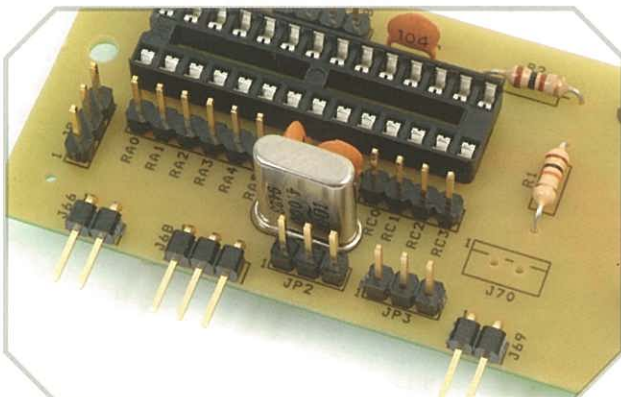
Pulsante di reset

Questo pulsante realizza la funzione di reset durante il normale funzionamento del programma. La maggior parte dei componenti del circuito, il diodo D1, le resistenze R1 e R2, sono già stati installati.

Quando si preme il pulsante si porta a massa il terminale 1 del PIC, identificato come MCLR, e a questo scopo i terminali 2 e 3 di JP1 devono essere uniti insieme con un ponticello da inserire nella maniera che vi verrà indicata più avanti.

Montaggio

Il montaggio dei componenti è abbastanza facile, inizieremo dall'inserimento dei connettori corrispondenti alle porte del PIC, uno di essi è da 6 terminali e gli altri 4 sono da 4 terminali, anche se tutti sono dello stesso modello e dritti. Sul circuito stampato deve essere inserita la parte del terminale di minor lunghezza. Questo tipo di connettore non ha polarità, ovvero può essere inserito senza tener conto dell'orientamento.

Salderemo i connettori uno a uno con la normale procedura. Quando si volta il circuito stampato è necessario fissare il connettore, evitando però di utilizzare la mano ma avvalendosi, ad esempio, di una pinzetta oppure appoggiando il circuito su una superficie dura. Cominceremo a eseguire una saldatura, così da poter eventualmente correggere la posizione del connettore se necessario, avvicinando nuovamente il saldatore e tornando a

PCB con i connettori delle porte già montati.

Connettori JP1, JP2 e JP3 saldati.

Connettori J66, J68 e J69 per i collegamenti a DG07.

fondere lo stagno per muovere il connettore stesso; quando saremo sicuri che il connettore è ben posizionato, salderemo il resto dei terminali.

Montaggio del pulsante

Dopo aver saldato i terminali corrispondenti alle porte, potremo continuare con il montaggio del pulsante di RESET. Per la sua installazione è sufficiente inserire i suoi terminali, come vediamo nelle immagini, ma prima li raddrizzeremo utilizzando un cacciavite a taglio. Sarà necessario far pressione fino a ottenere un corretto alloggiamento. Non si può sbagliare, dato che è possibile inserirlo sul circuito stampato in un solo modo. A questo punto salderemo i suoi terminali.

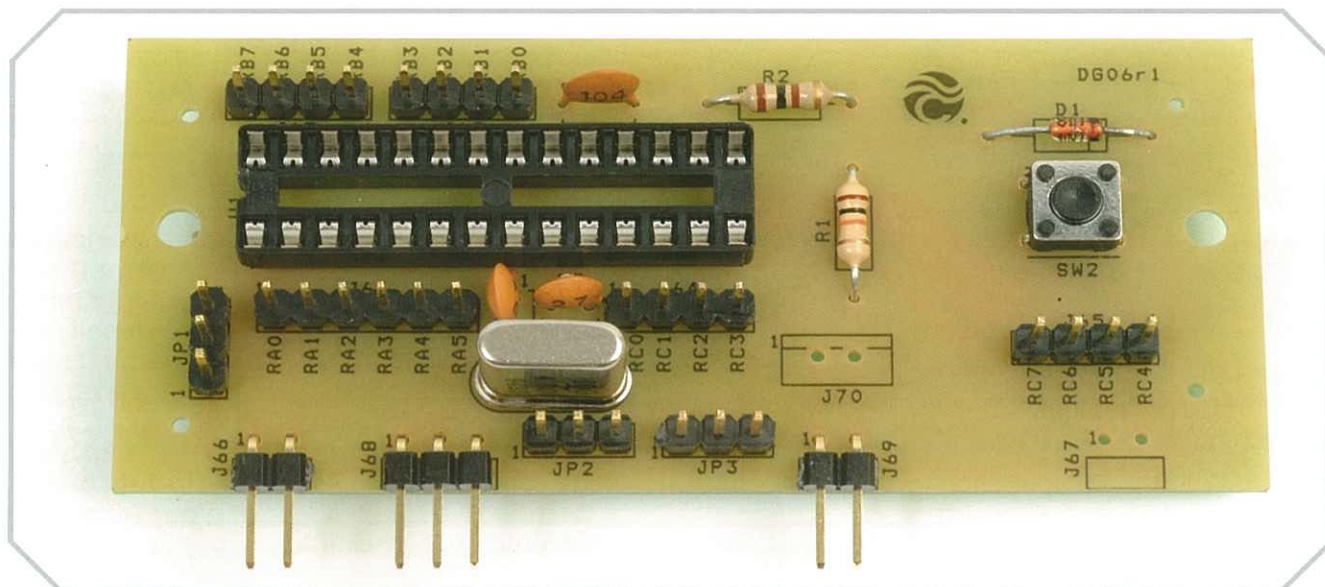
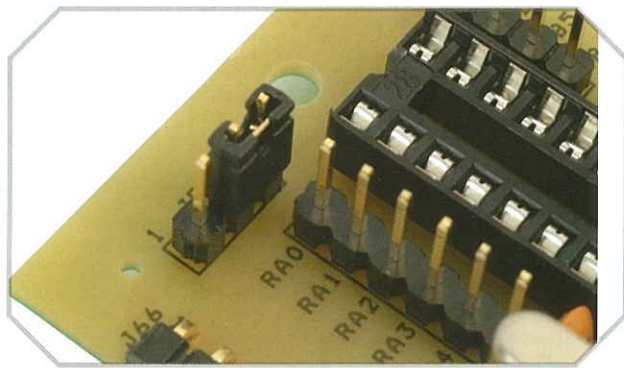
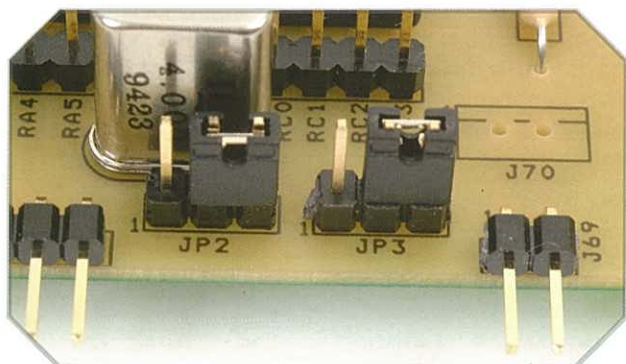
Collegamento a DG07

Vi sono stati forniti anche i connettori J66, J68 e J69, che sono maschi del tipo a 90°. Verranno inseriti nelle posizioni indicate con il terminale di maggior lunghezza orientato verso l'esterno del circuito stampato. Questi connettori si utilizzeranno per collegare la scheda e la DG07, che servirà per ottenere la tensione di scrittura e che verrà utilizzata a sua volta per collegare il PIC alla porta seriale del computer.

I ponticelli

I connettori JP1, JP2 e JP3, tutti del tipo dritto a tre terminali, si utilizzano per commutare tensioni tra il terminale centrale di ognuno di essi e uno dei due laterali. Questi connettori hanno tre terminali che si identificano come 1, 2 e 3, anche se nel circuito stampato è indicato solo il numero 1, dato che il 2 è sempre quello centrale e quello che manca, ovviamente, è il 3. Vi sono stati forniti anche tre ponticelli a due terminali. Essi sono composti da un piccolo connettore femmina a due terminali collegati fra loro, e che si possono utilizzare sui tre connettori menzionati in precedenza per unire fra loro i terminali 1 e 2 oppure 2 e 3, a seconda del loro inserimento.

Configurazione

I ponticelli si utilizzano per configurare il circuito. Il circuito stampato è già predisposto per alloggiare il PIC, questo circuito si

Ecco come dovrà essere il circuito stampato.

Inserimento del ponticello su JP1 per attivare la funzione del pulsante di reset.

PCB con i ponticelli disposti per il funzionamento normale del circuito.

può alimentare tramite il connettore J69.

Se si inserisce un PIC 16F870 precedentemente programmato sullo zoccolo, può già funzionare, però bisogna montare un ponticello tra i terminali 2 e 3 e i connettori JP2 e JP3, in questo modo il circuito può ricevere alimentazione.

Il ponticello collocato tra i terminali 2 e 3 del connettore JP1 si utilizza per collegare il circuito di reset al terminale 1 del PIC, per fare in modo che questo pulsante possa svolgere la sua funzione. Quando i ponticelli si utilizzano per unire i terminali 1 e 2 di JP1, JP2 e JP3, il circuito stampato si alimenta da DG07, la quale a sua volta si alimenta dalla porta del computer che si utilizza per la programmazione del PIC.

Collegamenti al laboratorio

Questo PCB è progettato per facilitare al massimo l'utilizzo del PIC, per questo sono disponibili tutti i suoi collegamenti. Per la realizzazione degli esperimenti vi verranno forniti i cavetti di collegamento con i connettori femmina che si montano direttamente sui connettori delle porte, in questo modo il PIC potrà lavorare insieme al resto dei circuiti del laboratorio. L'alimentazione, quando il laboratorio sarà completo, la riceverà tramite il connettore J69, dove al terminale 1 corrisponde il negativo e al 2 la tensione di 5 V, che può essere di 4,5 V nel caso venga alimentato con batteria.

Cavi di collegamento

I cavi fanno parte del sistema di trasmissione e devono essere valutati con attenzione al momento di collegare un dispositivo con l'esterno, realizzare un sistema o collegare tra loro differenti componenti di un dispositivo. Dobbiamo evitare l'errore di dedicarci esclusivamente alla circuiteria elettronica digitale, poiché esistono alcuni concetti fondamentali di elettronica e di cablaggio che devono essere sempre tenuti in considerazione.

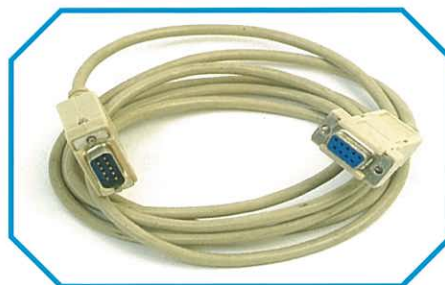
Cavi con connettori

Uno dei modi migliori di collegare dei dispositivi fra loro è utilizzare cavi con connettori su entrambe le estremità. Questo procedimento è molto valido e sicuro se si utilizzano cavi costruiti da produttori certificati che ne garantiscano le caratteristiche elettroniche secondo la normativa vigente. In questo modo ci assicureremo un perfetto collegamento. Nella trasmissione di dati attraverso un cavo, intervengono molti fattori e progettarlo non è così facile come può sembrare a prima vista.

Connettori

Una caratteristica molto importante dei connettori è la normalizzazione, cioè devono soddisfare delle precise norme, essere certificati e non delle imitazioni; se questa caratteristica è soddisfatta, diventa superfluo preoccuparsi di chi possa essere il costruttore.

Attualmente si utilizzano interfacce molto veloci che lavorano a frequenze elevate, il che obbliga a scegliere un tipo di connettore che supporti queste frequenze di lavoro. Molto conosciuti sono i connettori USB e FireWire per connessioni su distanze molto brevi, ad esempio 2 metri, che sono utilizzati fondamentalmente per unire dispositivi fra loro. Sono molto utilizzati anche i connettori RJ45 per connessioni di rete e distribuzione di dati a media distanza (meno di 100 m fra il dispositivo che distribuisce e ad esempio il computer), è molto frequente trovarli nel cablaggio strutturato degli edifici. Per distanze maggiori si utilizzano altri tipi di trasmissione, compresi i connettori a fibra ottica con cui si raggiungono facilmente diversi chilometri di distanza.

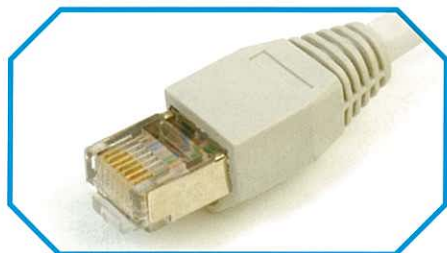
Cavo di collegamento USB, molto utilizzato per collegare dispositivi esterni al PC.

Cavo di collegamento seriale, attualmente d'uso molto limitato.

Cavo coassiale con BNC, utilizzato in RF e in alcune vecchie reti per trasmissione di dati.

I cavi

Non è possibile utilizzare qualsiasi cavo per qualsiasi applicazione.

Nell'ipotesi più semplice di un collegamento a una porta seriale di un computer, ad esempio, con una distanza breve e un'interfaccia non molto veloce, potremmo avere sufficienti probabilità di successo già con un cavo relativamente normale composto da diversi conduttori. Quando ci si avvicina al limite massimo di distanza, ogni interfaccia compresa la parte interna del collegamento, esige l'utilizzo di un cavo appropriato alle sue caratteristiche.

Dettaglio dell'RJ11, utilizzato in telefonia e collegamenti di modem RTB (Rete Telefonica di Base).

Il connettore RJ45 si utilizza molto nelle reti di dati.

Cavi USB e FireWire

Questo tipo di cavi funziona molto bene quando sono utilizzati all'interno delle distanze per le quali è stata definita l'interfaccia, quando sono costruiti e assemblati con connettori e cavi di qualità e quando sono stati testati precedentemente per garantire le loro caratteristiche. Attualmente possiamo trovare una vasta offerta di cavi prestampati, con i connettori già montati a un prezzo molto basso, grazie alla produzione in serie, quindi salvo per le emergenze, è consigliabile acquistare cavi di questo tipo.

Cavi di rete

Normalmente ci troveremo a operare con delle reti già installate, ad esempio all'interno di un edificio, e con una base murale RJ45 per collegarci a esse. Di solito si utilizza un cavo con due connettori RJ45 volanti su entrambe le estremità; questi cavi solitamente hanno una lunghezza che varia da 3 a 5 metri e una categoria 5, di velocità 10/100, o categoria 6, per velocità 10/100/1.000.

Molto spesso si acquistano i cavi, i connettori e una pinza, adatta al modello di connettore e di cavo utilizzato; per realizzare la connessione occorre inserire ogni cavo, senza spelarlo, nell'alloggiamento appropriato del connettore utilizzando la pinza per crimpare lo stesso, generando il collegamento che normalmente avviene grazie alla perforazione

Bisogna utilizzare cavi segnati e certificati.

dell'isolante che ricopriva il cavo. La connessione è pin a pin.

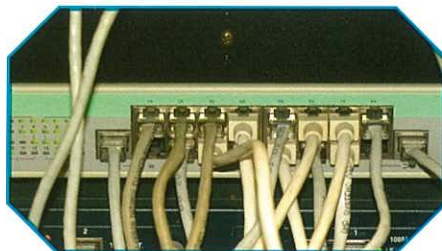
Dobbiamo tener presente che se vogliamo collegare fra loro due computer è necessario utilizzare un cavo twistato, che abbia i conduttori all'interno perfettamente riconoscibili, inoltre è raccomandabile che uno dei due conduttori sia di colore rosso.

Cavi schermati

La schermatura evita la captazione o l'irraggiamento di disturbi. Nei sistemi audio si utilizzano normalmente cavi schermati nei connettori dei microfoni e sugli ingressi a basso livello.

Nei dispositivi di ricezione o di trasmissione radio di differenti frequenze si utilizza il cavo schermato, e anche in alcune reti di dati viene utilizzato questo tipo di cavo.

Ogni tipo di cavo dedicato ad applicazioni specifiche ha un tipo di schermatura differente.

É molto semplice unire i connettori RJ45 al cavo.

La distribuzione dei dati utilizza connettori RJ45.

Il classico 555

Questo circuito, il cui progetto originale ha più di 30 anni, è tuttora un classico nell'elettronica, e lo utilizzano sia i professionisti che gli appassionati nei diversi settori dell'elettronica. Fu presentato nel 1971 da Signetis Corporation con la denominazione SE555 e NE555, quest'ultimo utilizzato per i modelli commerciali di uso corrente. È stato ed è tuttora prodotto da molte case, il suo progetto è stato modificato e migliorato nel corso degli anni, però questi cambiamenti hanno conservato la compatibilità della piedinatura. Ne esistono anche delle versioni a basso consumo realizzate con tecnologia CMOS il cui funzionamento è simile anche se lo schema interno è diverso, a causa della tecnologia utilizzata.

Vantaggi

Questo circuito battezzato come "timer", che in italiano si potrebbe tradurre come "temporizzatore", ha le sue principali applicazioni nei progetti di circuiti monostabili e astabili.

I monostabili sono circuiti la cui uscita permane un certo tempo in un determinato stato dopo l'attivazione e, trascorso il tempo prefissato, torna allo stato originale.

Gli astabili sono circuiti il cui segnale di uscita è periodico sotto forma di impulsi, si tratta di oscillatori la cui uscita è un'onda quadra.

Per capire il funzionamento del 555 si utilizza un diagramma a blocchi molto semplificato, che però rappresenta esattamente il suo funzionamento. Per descrivere il funzionamento di questo circuito faremo riferimento al contenitore più comune, il DIL-8.

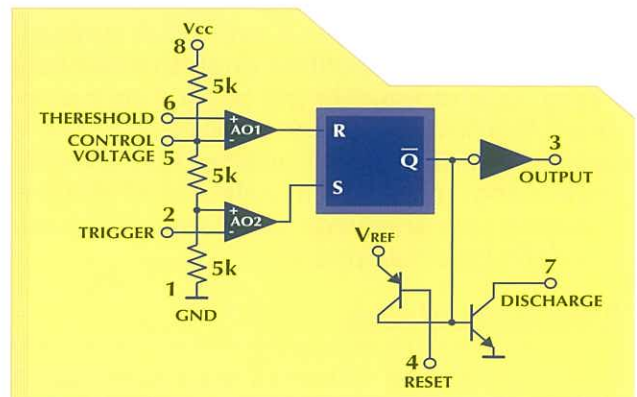
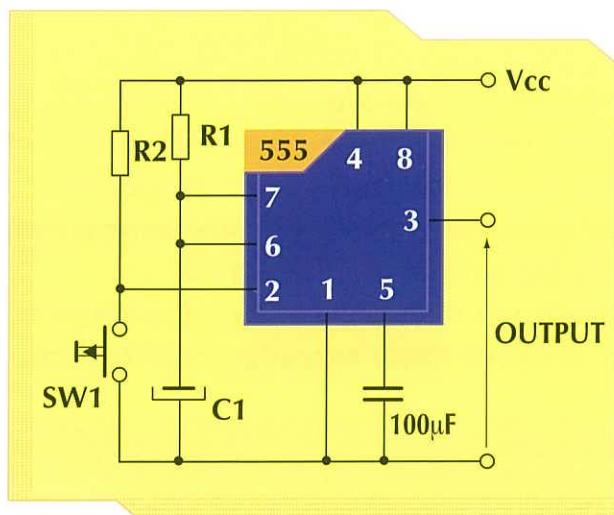
Nella tabella possiamo vedere la nomenclatura di ogni terminale e anche la denominazione più utilizzata, sia in italiano che in inglese, dato che sono utilizzate entrambe indistintamente.

Osservando il diagramma a blocchi possiamo notare subito due amplificatori operazionali, AO1 e AO2, una rete da tre resistenze di valore uguale, un bistabile R-S, due transistor

Timer 555.

Terminale	Descrizione	
1	Massa	Ground (GND)
2	Attivazione	Trigger
3	Output	Uscita
4	Reset	Reset
5	Tensione di controllo	Controllo tensione
6	Soglia	Threshold
7	Scarica	Discharge
8	Vcc	Vcc

e un buffer invertente che configura l'uscita del circuito. Le tre resistenze di valore uguale, normalmente da 5 K, sono collegate tra Vcc, ovvero il positivo dell'alimentazione e la massa (GND), e sono utilizzate per ottenere due tensioni che servono da riferimento per gli amplificatori operazionali: 1/3 di Vcc come riferimento per l'ingresso non invertente di AO2 e 2/3 di Vcc come riferimento per l'ingresso invertente di AO1.

Per quanto riguarda i comparatori abbiamo due possibili livelli di tensione di uscita, 0 V e Vcc, che assegniamo ai valori logici 0 e 1 rispettivamente.

Schema a blocchi dell'interno del 555.

Configurazione tipica come monostabile.

Configurazione tipica come astabile.

Quando la tensione sul terminale "soglia", che è l'ingresso non invertente di AO1 (+), supera i 2/3 di Vcc, la sua uscita passa al livello logico 1; questa uscita è collegata all'ingresso R del bistabile e quindi la sua uscita negata /Q passa al valore logico 1, l'uscita passa al livello 1 provocando anche la saturazione del transistor Q1, portando quindi il terminale 7 a livello basso.

Quando, però, la tensione sul terminale "attivazione", che corrisponde all'ingresso invertente di AO2 (-), scende sotto 1/3 di Vcc, la sua uscita passa a 1, essendo collegata all'ingresso S del bistabile, quest'ultimo passa a 1, quindi l'uscita del bistabile /Q passa a 0, l'uscita passa al livello alto 1 logico e il transistor Q1 entra in stato di interdizione (non conduce).

Reset

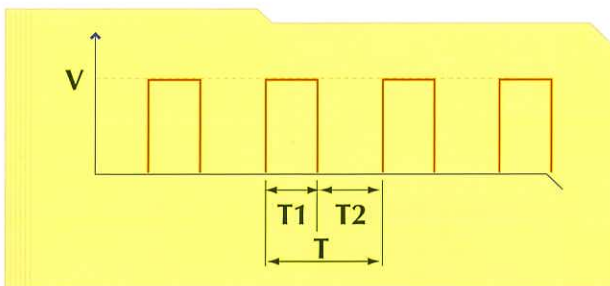
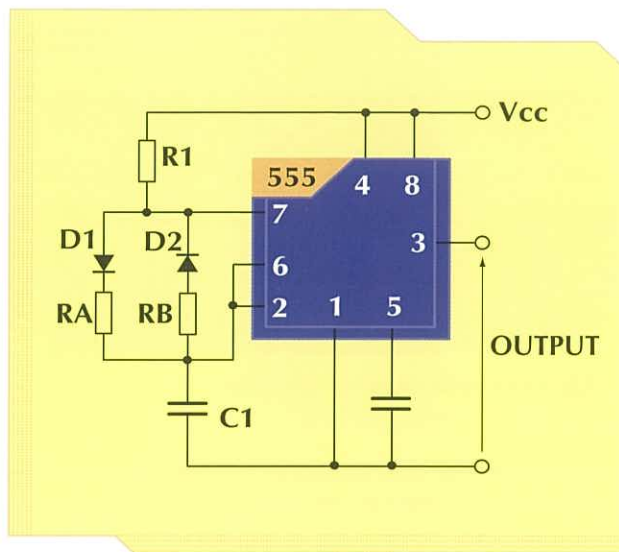
Il terminale di reset, pin 4 sul tipo di contenitore più comune, funziona quando si imposta a zero. Quando questo pin passa a zero si satura il transistor Q2, l'uscita passa a zero e si pone in interdizione il transistor Q1. In molte applicazioni questo terminale non si utilizza, in questo caso si collega direttamente il positivo dell'alimentazione Vcc.

Alimentazione

Questo circuito si alimenta tra i terminali 8 (Vcc) e 1 (GND). La tensione applicata al terminale 8 deve essere compresa tra 4,5 e 15 V, limite che non deve essere superato, anche se i costruttori accettano fino a 16 V e, per le versioni dedicate alle applicazioni militari, fino a 18 V.

Normalmente viene alimentato con la stessa tensione con cui lavora il circuito a cui è associato il componente. Ad esempio, se si utilizza con integrati della famiglia TTL si alimenta a 5 V e i suoi livelli di uscita sono compatibili con quelli di questa famiglia. Quando si utilizza la famiglia CMOS 4000 si può lavorare a 5, 9 o 12 V, secondo la convenienza. Il consumo di questo circuito dipende dai componenti esterni e va da un minimo di 3 mA alimentato a 5 V fino a un massimo di 10 mA alimentato a 15 V.

Uscita

Uno dei principali vantaggi di questo circuito integrato è la sua capacità di gestire corrente all'uscita, dato che può assorbire o erogare fino a 200 mA, una corrente molto elevata che

Chiamiamo T1 la durata dell'impulso, T è il periodo.

Astabile con regolazione indipendente di T1 e T2.

Astabile che genera impulsi di breve durata.

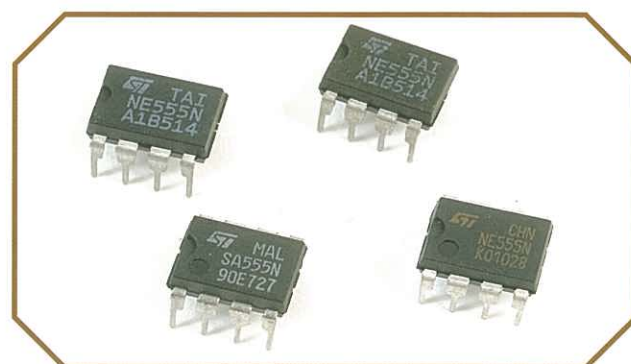
permette di eccitare direttamente molti circuiti o dispositivi, compresi quelli elettromeccanici come i relé o le valvole ad azionamento elettromagnetico, senza la necessità di utilizzare componenti esterni in moltissime applicazioni. Questo integrato può dissipare fino a 600 mW.

Schema elettrico presente sul catalogo del costruttore.

Applicazioni

Descriveremo ora le due applicazioni più utilizzate e alcune delle loro varianti più interessanti. L'applicazione come monostabile, come bistabile e la possibilità di controllare in modo indipendente la durata del livello alto del periodo T1 e la durata del livello basso di tensione dello stesso T2; il periodo è la somma di entrambi i tempi: T = T1 + T2.

Monostabile

L'obiettivo di questo circuito è mantenere l'uscita a un livello alto per un determinato tempo a partire dal momento in cui si attiva. Quando il circuito è a riposo l'uscita dello stesso, il terminale 3, rimane a livello basso. Premendo per un attimo il pulsante di attivazione si collega a massa il terminale 2 "attivazione". A partire da questo momento l'uscita del circuito passa a livello alto e rimane a questo livello il tempo fissato dal valore della resistenza R1 e dalla capacità del condensatore C1. Se guardiamo lo schema si può notare che, oltre al circuito integrato, ci sono pochi componenti esterni. Gli altri componenti fondamentali del circuito sono la resistenza R1 e il condensatore C1. Per calcolare la temporizzazione, ovvero il tempo

555 di diverse fabbriche dello stesso costruttore.

in cui l'uscita del circuito rimane a livello alto, si utilizza la seguente formula matematica:

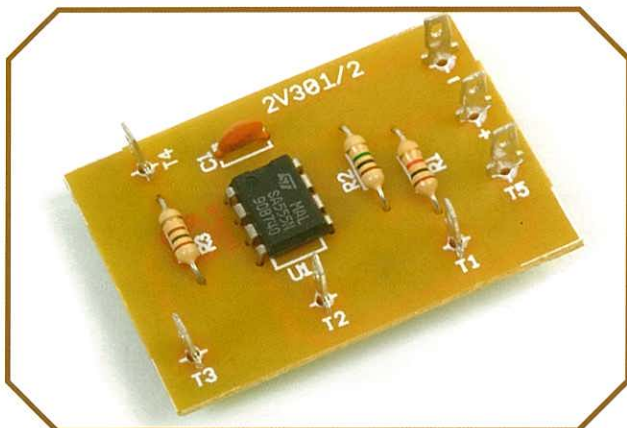
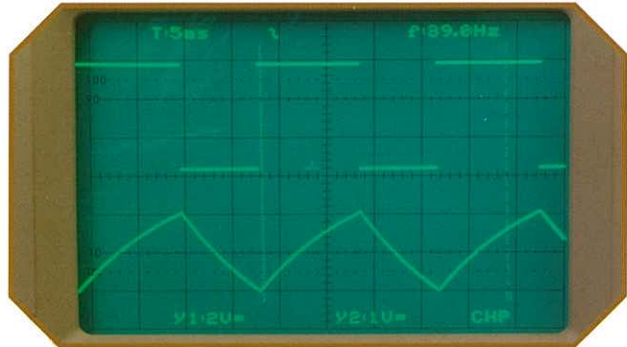
T = 1,1 x R1 x C1

Il valore della resistenza R1 deve essere espresso in Ohm e quello della capacità C1 in Farad. Il risultato si ottiene in secondi.

Precisione

La precisione del circuito è dell'1%, normalmente però si utilizzano valori di resistenze con una precisione del 5% e condensatori del 10%. Il valore dei condensatori elettrolitici di utilizzo corrente può avere una tolleranza che va da -20% a +50%. Inoltre le formule sono approssimate. Tuttavia la pratica dimostra che sono molto utili, e quando si richiede precisione bisogna inserire nel circuito alcuni elementi di regolazione, ad esempio un potenziometro. Inoltre bisogna sempre verificare il funzionamento del circuito e misurare i tempi con uno strumento adeguato, non dobbiamo fidarci ciecamente dei calcoli né dei componenti, è necessario verificare sempre il funzionamento dopo aver terminato.

Astabile

L'uscita del circuito astabile è un segnale periodico sotto forma di impulsi. L'impulso ha una durata T1 e la parte del periodo in cui l'uscita rimane a livello basso, ovvero quando non c'è uscita, si identifica come T2. Il periodo del segnale è, quindi, la somma di entrambi i

Circuito reale che utilizza il 555.

Andamento della tensione di uscita e di quella del condensatore.

tempi. I tempi dell'astabile si calcolano utilizzando le seguenti formule:

T1 = 0,7 (R1 + R2) C1
T2 = 0,7 R2 C1

Non bisogna dimenticare che le resistenze si esprimono in Ohm, la capacità in Farad e il risultato si ottiene in secondi.

Astabile con controllo di T1 e T2

Questo circuito è un astabile con una piccola modifica che comprende i diodi D1 e D2, per rendere indipendente il percorso di carica e scarica del condensatore. La carica si realizza tramite R1 e RA e la scarica tramite RB; in questo caso bisogna modificare le formule:

T1 = 0,7 (R1 + RA) C1
T2 = 0,7 RB C1

Questo circuito si utilizza normalmente con elementi di regolazione associati alle resistenze RA e RB, per modificare il valore delle stesse e per ottenere dei tempi molto precisi dopo la regolazione.

Astabile con impulsi di breve durata

Questo circuito si utilizza quando sono necessari impulsi molto brevi e la durata degli stessi è controllata dalla resistenza R1, che può essere di basso valore. Le formule da applicare in questo caso sono:

T1 = 0,7 R1 C1
T2 = 0,7 R2 C1

Memoria RAM

Sappiamo a cosa serve la memoria RAM e com'è organizzata, dobbiamo però imparare a muoverci all'interno di essa e conoscere quali registri contiene.

Selezione del banco della RAM

La memoria dei dati RAM si divide in quattro banchi della stessa dimensione però con differenti contenuti. Quando vogliamo accedere a un registro dobbiamo specificare su quale banco si trova e questa operazione possiamo realizzarla utilizzando i bit RP1 e RP0 del Registro di Stato (STATUS). Nella tabella successiva possiamo vedere come, in funzione dei valori che assegniamo a questi bit, sarà possibile accedere a un banco oppure a un altro.

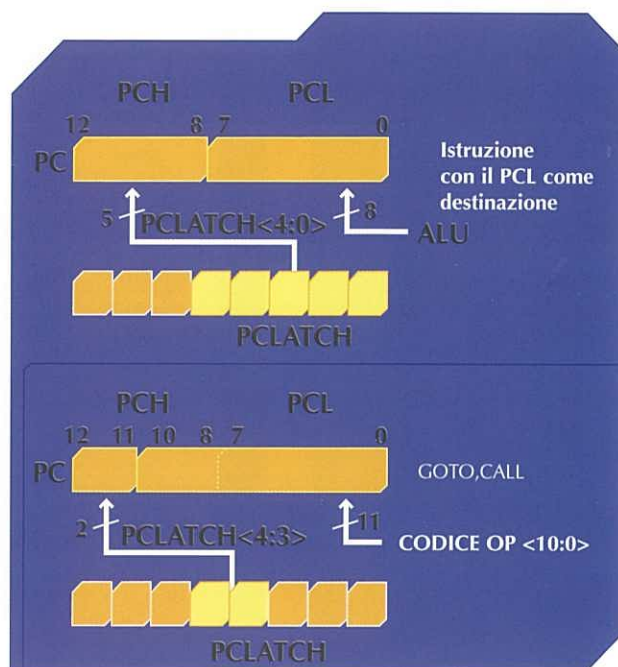
Distribuzione dei registri nella memoria RAM del PIC16F870

Anche se nei diversi modelli della famiglia 16F87X il numero dei registri di utilizzo generale cambia, i registri specifici sono chiamati con lo stesso nome e occupano le stesse posizioni della memoria. Questa particolarità assicura la compatibilità del software tra i diversi modelli.

Nella figura della pagina successiva è riportata la distribuzione dei registri nei diversi banchi del PIC16F870. Come possiamo vedere i registri specifici occupano le prime posizioni sui banchi e alcuni sono ripetuti su due banchi o su tutti e quattro. Questo serve a semplificare l'accesso ai registri di utilizzo comune, in modo da non dover cambiare banco ogni volta che vogliamo accedere a essi (STATUS, PCL, ecc).

Esistono degli indirizzi che non sono implementati fisicamente (hanno un altro colore nella figura) e sono letti sempre come zero.

	RP1	RP0
BANCO 0	0	0
BANCO 1	0	1
BANCO 2	1	0
BANCO 3	1	1

Selezione del banco della memoria con RP1 e RP0.

Possibili situazioni per il carico del PC.

Altri registri, invece, sono mappati, ovvero quando si accede a essi in realtà si accede a un altro indirizzo, in pratica sono mascherati da altri indirizzi. I registri segnati con (2) non sono implementati nel nostro modello e i registri segnati con (1) sono riservati e devono essere mantenuti a zero.

Per quanto riguarda i registri di utilizzo generale del PIC16F870 ve ne sono 96 sul banco 0, che occupano gli indirizzi da 20h a 7Fh e 32 sul banco 1, che occupano gli indirizzi da A0h a BFh.

I registri specifici

I registri specifici regolano il comportamento del microprocessore e dei suoi dispositivi. Ogni registro è associato a una funzione generale e, all'interno di essa, ogni bit ha una funzione specifica.

Conosceremo le funzioni e il modo di gestire ognuno di essi e per fare questo dobbiamo iniziare analizzando i registri che servono per indirizzare le memorie, ovvero i registri che ci permetteranno di accedere a esse.

Banco 0	File Addres	Banco 1	File Addres	Banco 2	File Addres	Banco 3	File Addres
Indirect. addr.(*)	00h	Indirect. addr.(*)	80h	Indirect. addr.(*)	100h	Indirect. addr.(*)	180h
TMR0	01h	OPTION_REG	81h	TMR0	101h	OPTION_REG	181h
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h
PORTC	07h	TRISC	87h		107h		187h
PORTD(2)	08h	TRISD(2)	88h		108h		188h
PORTE(2)	09h	TRISE(2)	89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INITCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	EEDATA	10Ch	EECON1	18Ch
PIR2	0Dh	PIE2	8Dh	EEADR	10Dh	EECON2	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	EEDATH	10Eh	Rersserved(1)	18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh	EEADRH	10Fh	Rersserved(1)	18Fh
T1CON	10h		90h		110h		190h
TMR2	11h		91h				
T2CON	12h	PR2	92h				
	13h		93h				
	14h		94h				
CCPR1L	15h		95h				
CCPR1H	16h		96h				
CCP1CON	17h		97h				
RCSTA	18h	TXSTA	98h				
TXREG	19h	SPBRG	99h				
RCREG	1Ah		9Ah				
	1Bh		9Bh				
	1Ch		9Ch				
	1Dh		9Dh				
ADRESH	1Eh	ADRESL	9Eh				
ADCON0	1Fh	ADCON1	9Fh				
Registri di utilizzo generale 96 Bytes	20h–7Fh	Registri di utilizzo generale 32 Bytes	A0h–BFh	MAPPATI 20h-7Fh	120h–16Fh	MAPPATI A0h-BFh	1A0h–1BFh
			C0h–EFh				1C0h–1EFh
		Mappati 70h-7Fh	F0h–FFh	Mappati 70h-7Fh	170h–17Fh	Mappati 70h-7Fh	1F0h–1FFh

Distribuzione dei registri della memoria RAM nel PIC16F870.

Indirizzamento della memoria di programma

Vi sono alcuni indirizzi specifici per l'indirizzamento della memoria di programma. Per accedere alla memoria FLASH, in cui si scrivono le istruzioni, utilizziamo il registro contatore di programma (PC). Questo registro da 13 bit contiene l'indirizzo della cella di memoria dove si trova l'istruzione successiva da eseguire. Il valore di questo registro è contenuto in due registri specifici:

– PCL: contiene gli 8 bit meno significativi del PC <7:0> può essere letto e scritto.

– PCLATH: contiene i 5 bit rimanenti, quelli più significativi, del PC <12:8>. Non può essere letto, può essere scritto solamente mediante un indirizzamento indiretto. Questi bit sono impostati a zero quando si produce un RESET.

Esistono due modi per caricare il PC, che capiremo osservando le corrispondenti illustrazioni.

Nella prima situazione il PC è caricato scrivendo il PCL e passando i 5 bit corrispondenti del PCLATH alla sua destinazione, il PC.

Nel secondo caso possiamo vedere come si carica il PC quando si produce un'istruzione di salto CALL o GOTO. Dei 14 bit che formano l'istruzione precedente, gli 11 meno significativi si caricano sul PC. Con questi 11 bit è possibile eseguire un salto all'interno della pagina da 2 K posizioni in cui si sta eseguendo il programma.

Se è necessario un cambio di pagina il progettista dovrà caricare i bit <4:3> del PCLATH adeguatamente, per fare in modo che si produca il salto dopo aver passato questi ultimi ai due bit più significativi del PC.

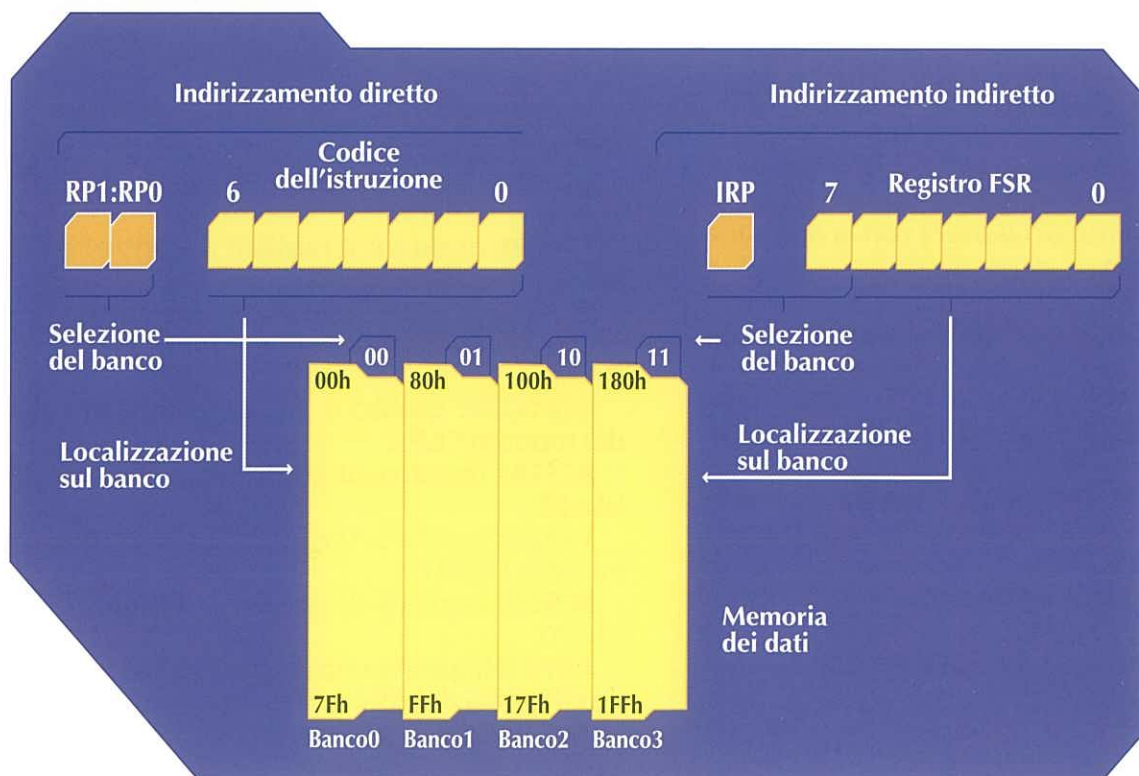
Indirizzamento della RAM

Vediamo ora quali sono i registri specifici che si utilizzano per l'indirizzamento della memoria RAM.

Per accedere a un indirizzo della memoria dei dati dobbiamo specificare il banco a cui vogliamo accedere e l'indirizzo all'interno di esso. Per la selezione del banco abbiamo bisogno di 2 bit (22 = 4 posizioni) e per l'indirizzo 7 bit (27 = 128 indirizzi su ogni banco).

È possibile accedere alla memoria RAM in due modi diversi:

– Indirizzamento diretto.

– Indirizzamento indiretto.

Indirizzamento diretto e indiretto per l'accesso alla memoria RAM.

Indirizzamento diretto

In questo caso i bit RP0 e RP1 del registro STATUS <6:5> indicano il banco e i 7 bit meno significativi del codice dell'istruzione che si sta eseguendo indicano l'indirizzo all'interno del banco.

Indirizzamento indiretto

Nelle istruzioni con l'indirizzamento indiretto si utilizza come operando il registro INDF, che occupa l'indirizzo 0 di tutti i banchi. Il registro INDF non è implementato fisicamente. Ogni volta che si fa riferimento a esso, si utilizza il contenuto del registro FSR per indirizzare l'operando. Il registro FSR è ubicato all'indirizzo 4 e come l'INDF, si trova implementato in tutti i banchi per facilitarne l'accesso. I 7 bit meno significativi dell'FSR indicano l'indirizzo all'interno del banco e il bit più significativo, insieme al bit IRP del registro di stato STATUS <7>, selezionano il banco a cui accedere.

Per capire meglio, osservando anche il disegno illustrato, proviamo ad accedere a una posizione della memoria nei due modi che vi abbiamo presentato.

Il programmatore deve caricare i valori sul registro STATUS e su FSR. L'indirizzo 21H in esadecimale corrisponde al valore binario 0010 0001b.

Banco 0, riassunto

Vediamo ora una breve descrizione dei registri del banco 0 da tener presente in caso di dubbi al momento di lavorare con la memoria di questo banco.

TMR0: contiene il valore del temporizzatore TMR0.

STATUS: registro di Stato, contiene flag di eventi speciali quando si eseguono le istruzioni.

PORTA, PORTB E PORTC: contengono i valori di ingresso e di uscita a cui si accede tramite le Porte A, B e C.

INTCON: questo registro controlla gli interrupt.

PIR1 e PIR2: questi registri gestiscono il controllo dei flag degli interrupt.

TMR1L e TMR1H: registrano il valore che utilizza il temporizzatore TMR1.

Address	Symbol	Value	Binary
02	PCL	H'31'	b'00110001'
0A	PCLATH	H'00'	b'00000000'

Esempio del contenuto dei registri specifici dell'indirizzamento della memoria di programma durante l'esecuzione dello stesso.

Address	Symbol	Value	Binary
04	FSR	H'00'	b'00000000'
00	INDF	H'00'	b'00000000'
03	STATUS	H'18'	b'00011000'

Esempio del contenuto dei registri che intervengono nell'indirizzamento della memoria dei dati durante l'esecuzione di un programma.

Indirizzo a cui accedere: 21H del banco 0		
	Indirizzamento diretto	Indirizzamento indiretto
Selezione del banco	RP1=0, RP0=0	IRP (STATUS<7>)=0, FSR <7>=0
Posizionamento all'interno del banco	Codice istruzione <6:0> =010 0001	FSR<6:0>=010 0001

Esempio di indirizzamenti.

T1CON: controlla il funzionamento del TMR1.

TMR2: questo registro contiene il valore del TMR2.

T2CON: questo è il registro di controllo del TMR2.

CCPR1L-CCPR1H: questi registri contengono il valore del modulo di capture, compare e PWM.

CCP1CON: questo è il registro di controllo del modulo CCP1.

RCSTA: registro di controllo e stato della USART.

TXREG: questo è il registro per la trasmissione della USART.

RCREG: registro di ricezione dei dati della USART.

ADRESH: questo registro contiene il byte più significativo del risultato del convertitore AD.

ADCON0: è il registro di controllo del convertitore AD.